

BEST AVAILABLE COPY

7

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-207523

(43)Date of publication of application : 07.08.1998

(51)Int.Cl.

G05B 19/4097  
G05B 19/4068

(21)Application number : 09-006655

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 17.01.1997

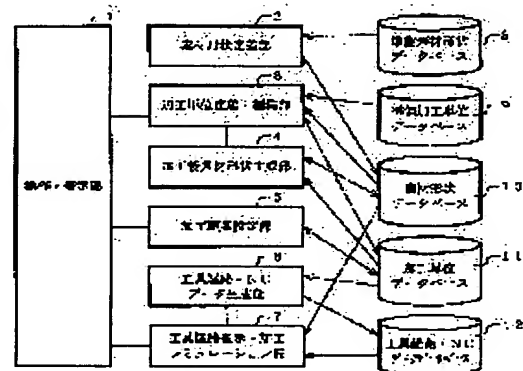
(72)Inventor : IRIGUCHI KENJI  
KATO KIYOTAKA  
MATSUBARA SUSUMU

## (54) AUTOMATIC PROGRAMMING DEVICE AND METHOD THEREFOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily generate a machining program even for complicated machining and to speedily generate the correct program through trial and error by specifying the arrangement and size of a machining area and defining a machining unit for execution, and then generating a raw material shape after machining by removing the machining area shape of the machining unit.

**SOLUTION:** A machining unit defining and editing part 3 modifies the machining area shape of the machining unit to the arrangement and size indicated on the basis of the raw material shape in a raw material shape data base 10, and stores it in a machining unit data base 11. A raw-material-shape-after-machining generation part 4 generates a raw material shape after machining excluding the machining areas of all machining units stored in the machining unit data base 11 from the raw material shape through collective operation of solid models and stores it in the raw material shape data base 10. Consequently, inputted machining data can speedily be checked by generating the raw material shape after machining when partial machining is defined.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3347964

[Date of registration] 06.09.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-207523

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 5 B 19/4097  
19/4068

G 0 5 B 19/403  
19/405

B  
Q

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-6655

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月17日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 入口 健二

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 加藤 清敬

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 松原 晋

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

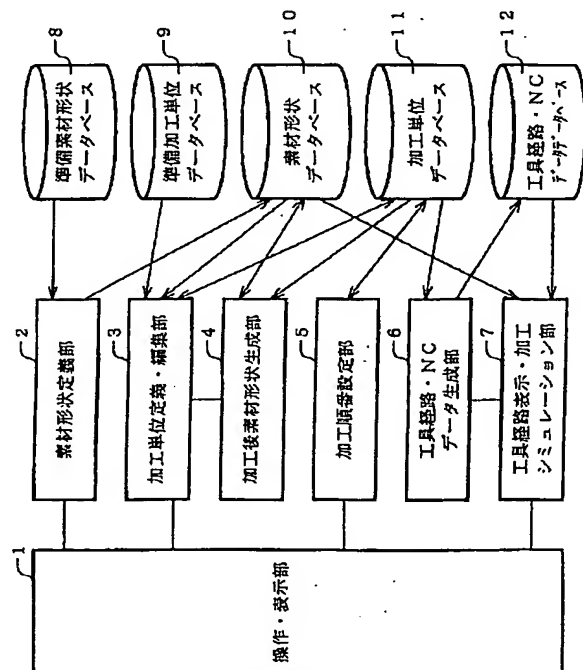
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 自動プログラミング装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 複雑な加工の場合でも容易に加工プログラムを作成でき、さらに、試行錯誤による正しいプログラムの作成を迅速に行うことができるNC加工機の自動プログラミング装置および方法を得る。

【解決手段】 加工単位をいくつか用意しておく加工単位準備部と、それらの加工単位の中から指定されたものを選択して加工領域の配置、大きさを指定する加工単位定義部と、素材形状から加工領域形状を除去した形状を生成する加工後素材形状生成部とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 NC加工機を制御するためのプログラムを生成する自動プログラミング装置において、三次元ソリッドモデルで表された素材形状を定義する素材形状定義部と、三次元ソリッドモデルで表された加工領域およびこの加工領域を加工するための加工方法、工具情報を含む加工属性の情報を統合した加工単位を予めいくつか用意しておく加工単位準備部と、この加工単位準備部で用意しておいた加工単位の中から指定されたものを選択し、上記素材形状定義部で定義された素材形状に対して上記選択した加工単位の加工領域の配置および大きさを指定して実行用の加工単位を定義する加工単位定義部と、上記素材形状定義部で定義された素材形状から上記加工単位定義部で定義された加工単位の加工領域形状を集合演算で除去することにより加工後の素材形状を生成する加工後素材形状生成部と、上記加工単位定義部で定義された加工単位に加工の順番を設定する加工順番設定部と、上記加工順番設定部で順番が設定された加工単位を基にNCデータを生成するNCデータ生成部とを有することを特徴とする自動プログラミング装置。

【請求項 2】 加工単位準備部に用意した複数の加工単位に、加工単位定義部で加工の順番を付けてまとめて新たな加工単位を定義し、この新たな加工単位を加工単位の一つとして上記加工単位準備部に用意しておくようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の自動プログラミング装置。

【請求項 3】 加工単位定義部が、定義した加工単位の加工領域の素材形状に対する配置と大きさの変更、および加工属性の変更を行うことができることを特徴とする請求項 1 記載の自動プログラミング装置。

【請求項 4】 加工単位定義部で定義された任意の加工単位についてNCデータを基に加工シミュレーションを行う加工シミュレーション部を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の自動プログラミング装置。

【請求項 5】 NC加工機を制御するためのプログラムを生成する自動プログラミング方法において、三次元ソリッドモデルで表された素材形状を定義する第 1 のステップと、三次元ソリッドモデルで表された加工領域およびこの加工領域を加工するための加工属性の情報を統合してなる予め用意されたいくつかの加工単位の中から指定されたものを選択し、上記素材形状に対して上記選択した加工単位の加工領域の配置および大きさを指定して実行用の加工単位を定義する第 2 のステップと、上記素材形状から上記定義された加工単位の加工領域形状を集合演算で除去することにより、加工後の素材形状を生成する第 3 のステップと、上記定義された加工単位に加工の順番を設定する第 4 のステップと、上記順番が設定された加工単位を基にNCデータを生成する第 5 のステップと、上記定義された任意の加工単位について上記NC

データを基に加工シミュレーションを行う第 6 のステップとを有し、上記定義された加工単位の追加および削除と、上記定義された加工単位の加工領域および加工属性の変更とが上記第 2 のステップにおいて可能であることを特徴とする自動プログラミング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、NC加工機を制御するための自動プログラミング装置および方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、自動プログラミング装置としては、オペレータが図面を基に例えば、APT (Automatically Programmed Tools) や EXAPT (Extended Subset APT) などの言語や対話入力で、二次元の輪郭図形と加工深さなどでポケット加工を定義したりなど、主に二次元での図形要素の入力と加工属性の入力により部分的な加工を定義し、定義した部分的な加工の順番を与えることにより加工プログラムを作成するものであった。また、作成された加工プログラムを確認するために加工プログラムからNC加工機へのNCデータを生成し表示させたり、生成したNCデータを加工シミュレーション装置に入力して加工の様子を確認する方法が知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の自動プログラミング装置では、複雑な形状の加工や 5 面加工などの多方向からの加工などを定義する場合において、部分的な加工を二次元での図形要素と加工属性とで定義することに手間がかかった。また作成した加工プログラムのチェックには、加工プログラムからNCデータを生成して加工シミュレーションを行う必要があり、加工プログラムのチェックに時間がかかり、試行錯誤によりプログラムを作成するときの入力が煩わしかった。この発明は上記のような問題点を解決するためになされたものであり、複雑な加工の場合でも容易に加工プログラムを作成でき、さらに、試行錯誤による正しいプログラムの作成を迅速に行うことができる自動プログラミング装置および方法を得ることを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる自動プログラミング装置は、素材形状を定義する素材形状定義部と、加工領域およびこれを加工するための加工属性の情報を統合した加工単位をいくつか予め用意しておく加工単位準備部と、用意しておいた加工単位の中から指定されたものを選択し、加工領域の配置および大きさを指定して実行用の加工単位を定義する加工単位定義部と、素材形状から上記定義された加工単位の加工領域形状を除去することにより加工後の素材形状を生成する加工後素材形状生成部と、定義された加工単位に加工の順番を設

定する加工順番設定部と、順番が設定された加工単位を基にNCデータを生成するNCデータ生成部とを有するものである。

【0005】さらに、加工単位準備部に用意した複数の加工単位に、加工単位定義部で加工の順番を付けてまとめて新たな加工単位を定義し、加工単位準備部に用意しておくようにしたものである。また、加工単位定義部が、定義した加工単位の加工領域および加工属性の変更を行うことができるものである。さらに、定義された任意の加工単位について加工シミュレーションを行う加工シミュレーション部を有するものである。

【0006】また、本発明に係わる自動プログラミング方法は、素材形状を定義する第1のステップと、加工領域および加工属性の情報を統合してなる予め用意されたいくつかの加工単位の中から指定されたものを選択し、加工領域の配置および大きさを指定して実行用の加工単位を定義する第2のステップと、素材形状から上記定義された加工単位の加工領域形状を除去することにより、加工後の素材形状を生成する第3のステップと、定義された加工単位の加工の順番を設定する第4のステップと、順番が設定された加工単位を基にNCデータを生成する第5のステップと、定義された任意の加工単位について加工シミュレーションを行う第6のステップとを有し、定義された加工単位の追加および削除と、定義された加工単位の加工領域および加工属性情報の変更とが第2のステップにおいて可能としたものである。

【0007】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施の形態における自動プログラミング装置の構成を示すブロック図である。図において、1はオペレータからの入力を受け付けて各機能部分に伝達し、また各機能部分からの出力を画面上に表示する操作・表示部、8は予め用意してある三次元ソリッドモデルで表されたいくつかの素材形状を格納する準備素材形状データベース、2は準備素材形状データベース8からオペレータにより指定された素材形状データを取り出し、オペレータから指示された寸法に変形して定義し、素材形状データベース10へ格納する素材形状定義部、9は加工単位準備部としての準備加工単位データベースであり、三次元ソリッドモデルで表された加工領域、およびこの加工領域を加工するための加工方法、工具情報などの加工属性の情報を統合した加工単位を予めいくつか用意して格納している。

【0008】図2は加工単位の構造を示し、図2(a)にその内容のデータ構造を示す。加工単位は大きくは加工領域と加工属性の二つの情報からなり、加工領域は加工単位の定義する加工により除去される領域であり、三次元のソリッドモデルの形状データである。加工属性は穴加工、溝加工、ポケット加工などの加工の種類や、仕上げ代、使用工具など加工に関する属性情報である。図3は加工単位の例を示しており、図3(a)は座付き

穴、(b)はポケット加工の加工単位を示している。

【0009】図1の3は加工単位定義部としての加工単位定義・編集部であり、準備加工単位データベース9からオペレータにより指定された加工単位を選択して取り出し、素材形状データベース10にある素材形状を土台にしてオペレータから指示された配置、大きさにこの加工単位の加工領域形状を変形し、これを実行用の加工単位として加工単位データベース11へ格納する。また、加工単位データベース11に格納されている加工単位の削除、加工領域の配置や大きさの変更、および加工属性の変更を行うことができる。

【0010】さらに、図2(b)に示すようにいくつかの加工単位をまとめて一つの加工単位を定義することもできる。すなわち、準備加工単位データベース9に用意した複数の加工単位に、オペレータの指定により、加工単位定義・編集部3で加工の順番を付けてまとめて新たな加工単位を定義し、この新たな加工単位を加工単位の一つとして準備加工単位データベース9に用意しておく。

【0011】図1の4は素材形状データベース10に格納されている素材形状から加工単位データベース11に格納されている全ての加工単位の加工領域形状を集合演算により除去した加工後素材形状を生成し、素材形状データベース10に加工後素材形状として格納する加工後素材形状生成部、5は加工単位データベース11に格納されている加工単位の格納順番をオペレータの指示により変更して設定する加工順番設定部であり、格納順番にしたがって加工が行われるようになっている。

【0012】6はNCデータ生成部としての工具経路・NCデータ生成部であり、次に述べる工具経路表示・加工シミュレーション部7からの要求により加工単位データベース11から順番に加工単位を取り出してそれを基に工具経路およびNCデータを生成し、生成したものを工具経路・NCデータデータベース12に格納する。7は加工シミュレーション部としての工具経路表示・加工シミュレーション部であり、工具経路・NCデータデータベース12から工具経路およびNCデータを取り出し、取り出した工具経路を表示したり、取り出したNCデータを基に加工シミュレーションを行って表示したりする。

【0013】次に動作について説明する。図4は、図1に示す自動プログラミング装置における加工プログラムである加工単位の作成の流れである。図4のステップ13では、素材形状定義部2により加工単位の加工領域を定義する際の土台となる三次元ソリッドモデルの素材形状を定義する。ステップ14では、新たに加工単位の設定や追加をするかをチェックしており、設定、追加する場合は加工単位定義・編集部3によりステップ20の加工単位設定追加処理を行う。これを繰り返して必要な分の加工単位を全て設定する。

【0014】ステップ20の加工単位設定追加処理の流れを図5に示す。ステップ26では、予め用意されている加工単位のなかからオペレータに指定されたものを選択し、その加工単位（加工領域および加工属性）の複製を生成する。ステップ27では、上記生成した加工単位に含まれる加工領域形状の配置・大きさを、素材形状を土台に指定する。図6はこの例であり、自動プログラミング装置の画面の様子を示している。RU<sub>0</sub>～RU<sub>3</sub>は、あらかじめ用意されている加工単位U<sub>0</sub>～U<sub>3</sub>（図示せず）の加工領域であり、Wは素材形状である。図6

(a)は素材形状Wが定義された様子、図6(b)は、加工単位U<sub>0</sub>が選択され、その複製CU<sub>0</sub>（図示せず）の加工領域RCU<sub>0</sub>の素材形状Wに対する配置、大きさが指定された様子である。加工領域RCU<sub>0</sub>の面F<sub>0</sub>と素材形状Wの面FWとが重なり合うようにRCU<sub>0</sub>の配置が指定されている。

【0015】図5のステップ28では、加工領域の配置、大きさの指定により定義された加工単位を加工単位データベース11に格納する。ステップ29では加工後素材形状生成部4により、素材形状から加工単位データベース11に格納されている全ての加工単位の加工領域を除去した加工後素材形状を、ソリッドモデルの集合演算により生成し、素材形状データベース10へ格納する。図7は加工後素材形状を生成したときの自動プログラミング装置の画面の例である。図7(a)は、図6(b)で素材形状Wに対し配置、大きさの指定された加工領域RCU<sub>0</sub>を素材形状Wから除去した様子であり、図7(b)は、素材形状Wからさらに四つの加工領域を除去した様子である。以上がステップ20の加工単位設定追加処理である。

【0016】図4のステップ15では、加工単位データベース11に格納されている加工単位に含まれる加工領域の配置、大きさを変更するかをチェックしている。加工領域を変更する場合は加工単位定義・編集部3により、ステップ21の加工領域変更処理を行う。ステップ21の加工領域変更処理の流れを図8に示す。図8のステップ30では、加工単位データベース11に格納されている加工単位の中から加工領域の変更が指定されたものを選択する。図9(a)はこの例を示しておりRCU<sub>0</sub>が選択された加工単位CU<sub>0</sub>（図示せず）の加工領域である。図8のステップ31では、選択された加工単位の加工領域の配置、大きさをオペレータの指示により変更する。図9(b)は、図9(a)で選択された加工単位CU<sub>0</sub>の加工領域RCU<sub>0</sub>の配置、大きさが変更された様子である。図8ステップ32では、加工領域の変更に伴い加工後素材形状を図5のステップ29と同様に生成し、格納する。図10は、図9(b)の加工領域の変更の指定の後に加工後素材形状を生成した様子を示す。以上がステップ21の加工領域変更処理である。

【0017】図4のステップ16では、加工単位データ

ベース11に格納されている加工単位を削除するかをチェックしており、削除する場合は加工単位定義・編集部3により、ステップ22の加工単位削除処理を行う。ステップ22の加工単位削除処理の流れを図11に示す。図11のステップ33では、加工単位データベース11から削除する加工単位をオペレータが選択する。ステップ34では、選択された加工単位を加工単位データベース11から削除する。ステップ35では、加工単位の削除に伴い加工後素材形状を図5のステップ29と同様に生成し、格納する。図12は、加工単位削除処理の例を示しており、図12(a)は加工領域RCU<sub>0</sub>を持つ加工単位CU<sub>0</sub>（図示せず）が選択された様子であり、図12(b)は、加工単位CU<sub>0</sub>が削除された後の加工後素材形状の様子である。以上がステップ22の加工単位削除処理である。

【0018】図4のステップ17では、加工単位データベース11に格納されている加工単位の加工属性を変更するかをチェックしており、加工属性を変更する場合は加工単位定義・編集部3により、ステップ23の加工属性変更処理を行う。ステップ23の加工属性変更処理の流れを図13に示す。図13のステップ36では、加工単位データベース11に格納されている加工単位の中からオペレータの指定したものを選択する。ステップ37では、選択した加工単位の加工属性を表示して現在の設定値をオペレータに示す。ステップ38では、オペレータが指定した加工属性の項目を指示により変更する。図14および図15は、加工属性変更処理の例を示しており、図14は、加工属性を変更する加工単位CU<sub>5</sub>が選択された様子であり、図15(a)は、選択された加工単位の現在の加工属性の設定値を表示した様子である。図15(b)は、図15(a)の状態から加工属性の設定値を変更したものである。以上がステップ23の加工属性変更処理である。

【0019】図4のステップ18では、加工単位データベース11に格納されている加工単位の格納順番を変更するかをチェックしており、変更する場合は加工順番設定部5により、ステップ24の加工順番変更処理を行う。加工単位データベース11の加工単位の格納順番は、工具経路およびNCデータを生成する場合に基となる加工単位の順番であり、加工の順番でもある。ステップ24の加工順番変更処理では、オペレータにより順番を変更したい加工単位の順番が変更して設定される。

【0020】図4のステップ19では、加工単位データベース11に格納された加工単位すなわち加工プログラムのチェックを行うかをチェックしており、チェックを行う場合はステップ25の工具経路表示・加工シミュレーション処理を行う。ステップ25の加工シミュレーション処理の流れを図16に示す。図16のステップ40では、加工単位データベース11からチェックしたい加工単位がオペレータにより選択される。ステップ41で

は、選択された加工単位を加工単位データベース11の格納順番の早いものから取り出し、取り出した加工単位から工具経路・NCデータ生成部6により、工具経路およびNCデータを生成する。

【0021】ステップ42では、工具経路を表示するかをチェックしており、工具経路を表示する場合は工具経路表示・加工シミュレーション部7により、ステップ43の工具経路表示を行う。工具経路を表示しない場合は工具経路表示・加工シミュレーション部7により、ステップ44のNCデータを基とする加工シミュレーションを実行し表示する。図17および図18は工具経路表示・加工シミュレーション処理の例であり、図17(a)はチェックしたい加工単位CU<sub>4</sub>(図示せず)を選択した様子であり、図17(b)は選択された加工単位CU<sub>4</sub>について生成した工具経路TP<sub>4</sub>を表示したものである。図18は選択された加工単位CU<sub>4</sub>について生成したNCデータを基に加工シミュレーションを行い表示している様子である。オペレータが、画面に表示された図17(b)、図18のような工具経路や加工シミュレーション結果を参照し、不都合があれば加工単位に修正を加える。なお、図4のステップ14～ステップ18の流れの順序は入れ替えてもよい。

#### 【0022】

【発明の効果】本発明の自動プログラミング装置は、加工単位をいくつか予め用意しておく加工単位準備部と、用意しておいた加工単位の中から指定されたものを選択して、加工領域の配置および大きさを指定して実行用の加工単位を定義する加工単位定義部と、加工の順番を設定する加工順番設定部と、NCデータを生成するNCデータ生成部とを有しているので、オペレータが、予め用意してある加工単位の指定と、素材形状に対する加工領域の配置、大きさおよび加工属性情報の入力を行うことにより部分的な加工を定義でき、さらに定義した部分的な加工の順番を指定することによりNCデータを生成できる。また、素材形状から加工領域形状を除去して加工後の素材形状を生成する加工後素材形状生成部を有しているので、部分的な加工を定義した際の加工後の素材形状の生成により入力した加工データのチェックを迅速に行える。このため従来の自動プログラミング装置に比べて複雑な加工形状の加工や5面加工など、複雑な加工の場合でも容易に加工プログラムを作成でき、試行錯誤による正しいプログラムの作成を迅速に行うことができる。

【0023】さらに、複数の加工単位をまとめて新たな加工単位として用意しておくようにすることにより、プログラミングの能率が向上する。また、加工単位定義部で、加工単位の加工領域および加工属性の変更を行うことができるので、所望のプログラムを迅速に得ることができる。さらに、加工シミュレーションを行う加工シミュレーション部を有するので、正しいプログラムを容易

に得ることができる。

【0024】また、本発明の自動プログラミング方法は、用意された加工単位の中から指定されたものを選択し、その加工領域の配置および大きさを指定して加工単位を定義し、この定義した加工単位の加工順番を設定してその順番を基にNCデータを生成するので、オペレータが加工単位の指定と、加工領域の配置、大きさおよび加工属性情報の入力と、加工の順番の指定とを行うことにより、複雑な加工の場合でも容易に加工プログラムを作成できる。さらに、加工後素材形状や、工具経路、加工シミュレーション結果をチェックすることにより、試行錯誤による正しいプログラムの作成を迅速に行うことができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態における自動プログラミング装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1の自動プログラミング装置における加工単位のデータ構造の説明図である。

【図3】 図1の自動プログラミング装置における加工単位の例を示す説明図である。

【図4】 図1の自動プログラミング装置の加工プログラム作成の流れ図である。

【図5】 図4の流れにおける加工単位設定追加処理の流れ図である。

【図6】 図4の流れにおける加工単位設定追加処理の例を示す画面図である。

【図7】 図4の流れにおける加工単位設定追加処理の例を示す画面図である。

【図8】 図4の流れにおける加工領域変更処理の流れ図である。

【図9】 図4の流れにおける加工領域変更処理の例を示す画面図である。

【図10】 図4の流れにおける加工領域変更処理の例を示す画面図である。

【図11】 図4の流れにおける加工単位削除処理の流れ図である。

【図12】 図4の流れにおける加工単位削除処理の例を示す画面図である。

【図13】 図4の流れにおける加工属性変更処理の流れ図である。

【図14】 図4の流れにおける加工属性変更処理の例を示す画面図である。

【図15】 図4の流れにおける加工属性変更処理の例を示す画面図である。

【図16】 図4の流れにおける工具経路表示・加工シミュレーション処理の流れ図である。

【図17】 図4の流れにおける工具経路表示・加工シミュレーション処理の例を示す画面図である。

【図18】 工具経路表示・加工シミュレーション処理の例を示す画面図である。

## 【符号の説明】

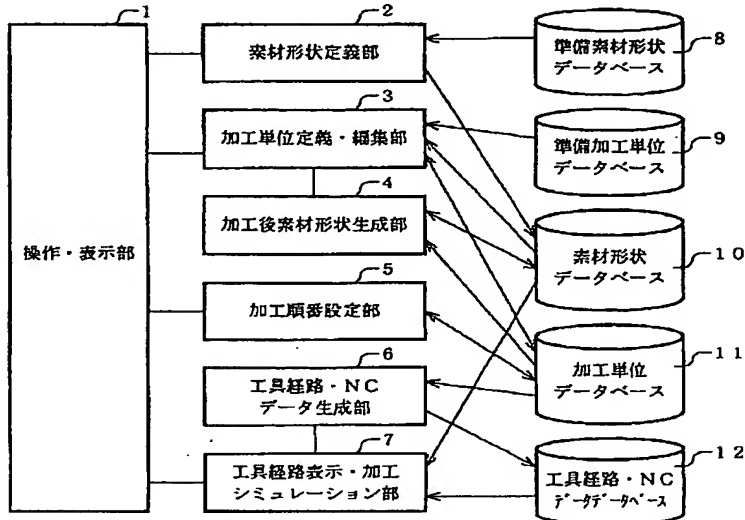
W 素材形状、

RU<sub>0</sub>～RU<sub>3</sub> 予め用意されている加工単位の加工領

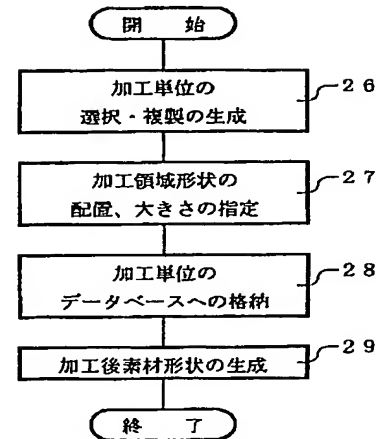
域、

RCU<sub>0</sub>, RCU<sub>4</sub>, RCU<sub>5</sub> 配置、大きさが指定された加工領域。

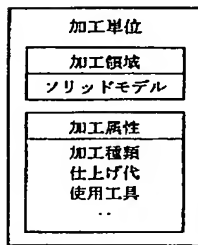
【図1】



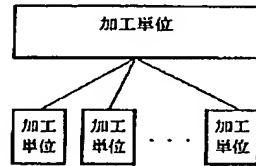
【図5】



【図2】

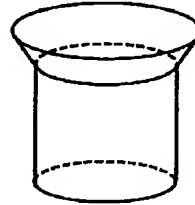


(a)

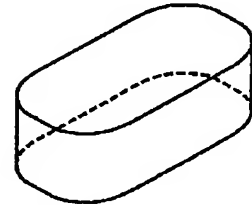


(b)

【図3】

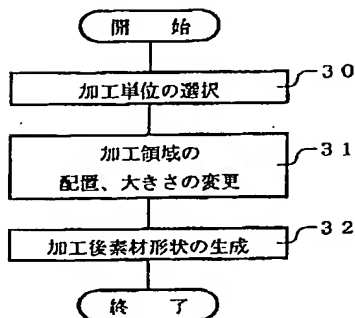


(a)

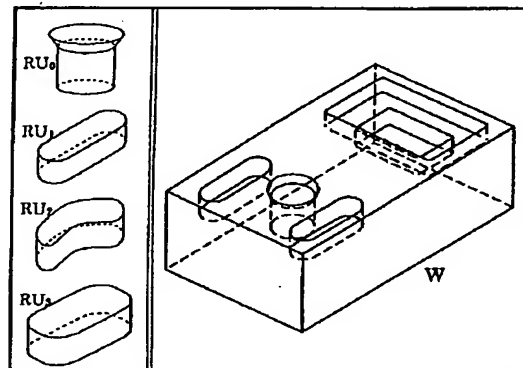


(b)

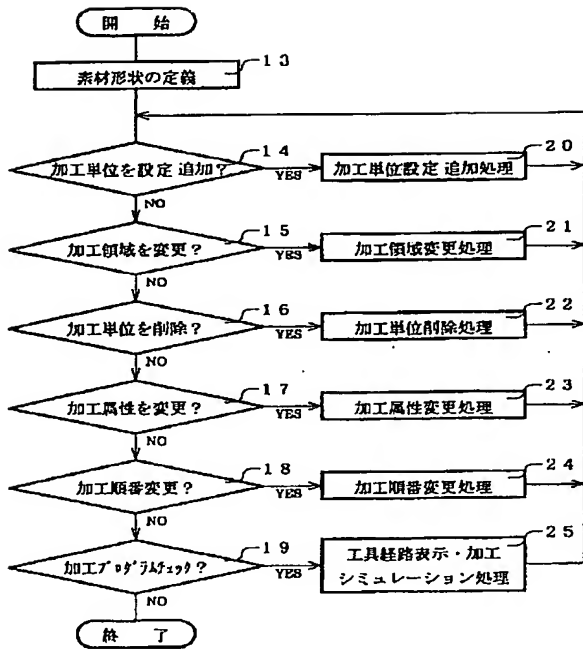
【図8】



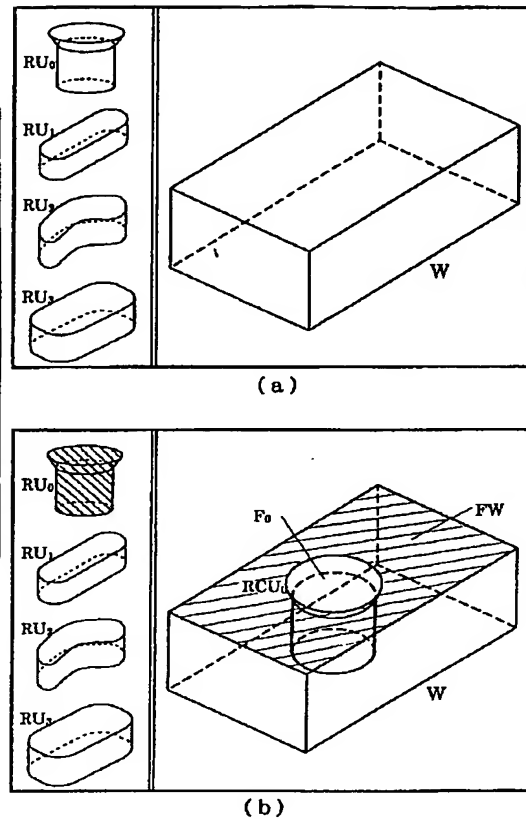
【図10】



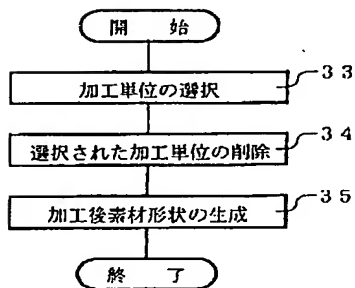
【図4】



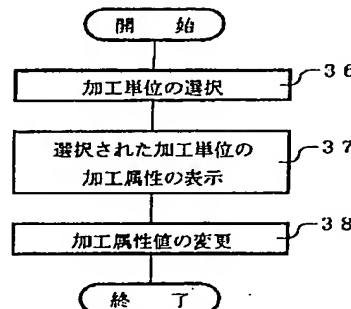
【図6】



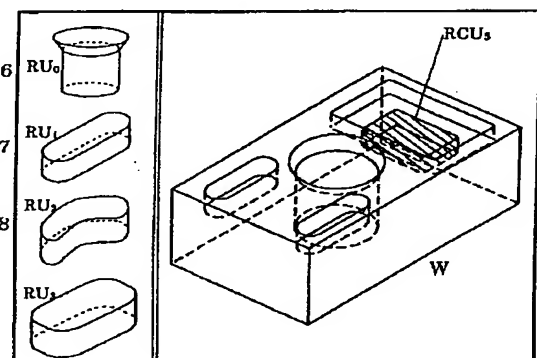
【図11】



【図13】

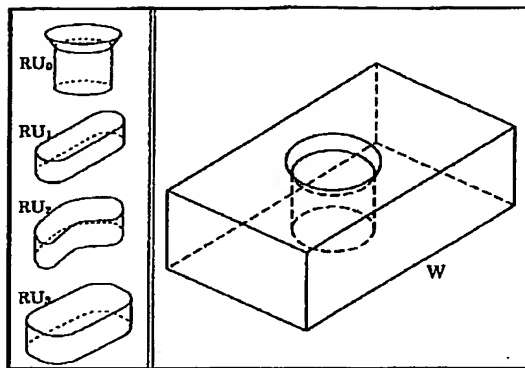


【図14】

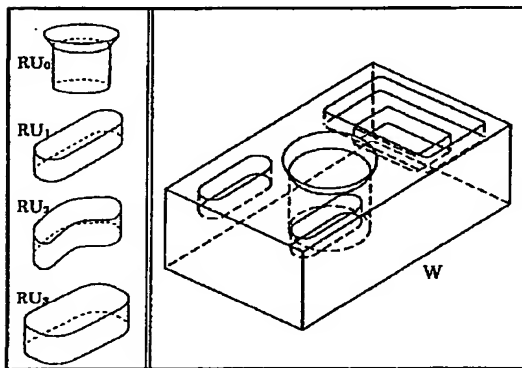




【図7】

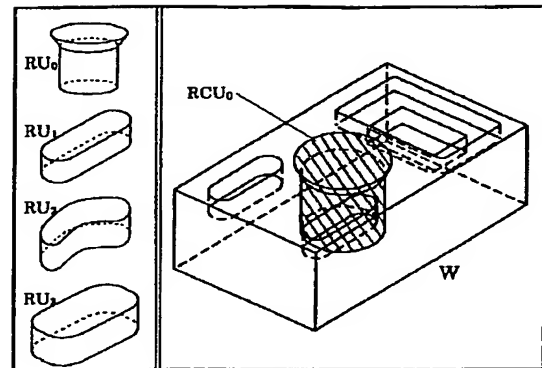


(a)

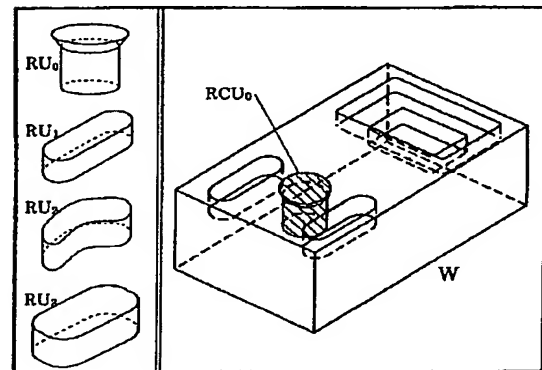


(b)

【図9】

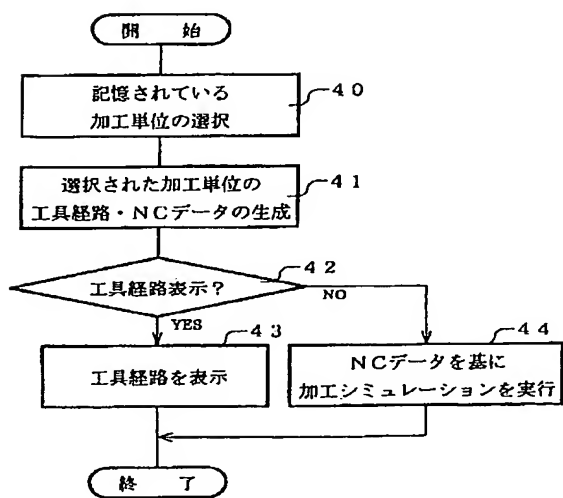


(a)

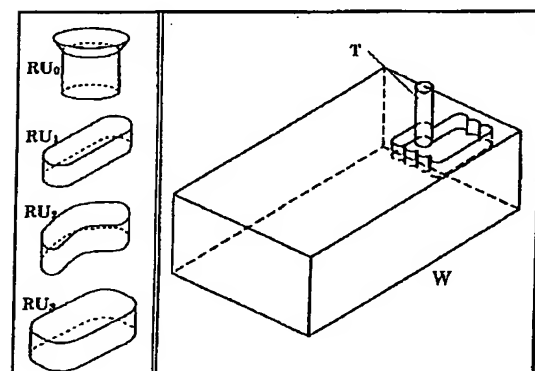


(b)

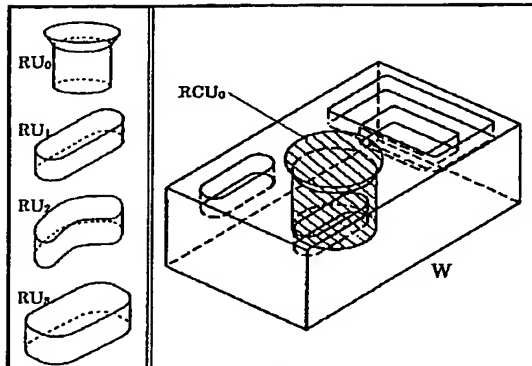
【図16】



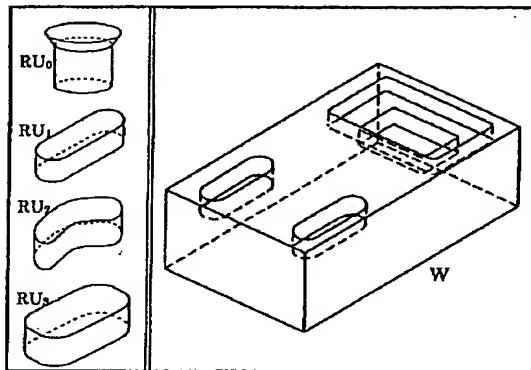
【図18】



【図12】

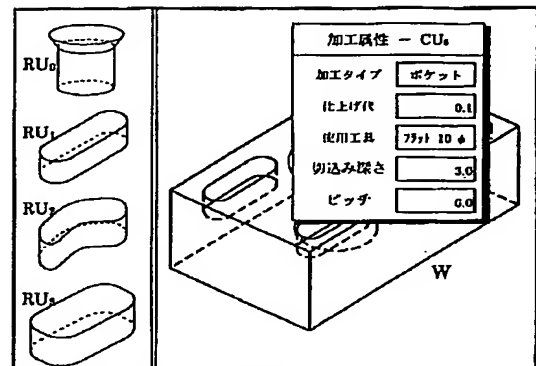


(a)

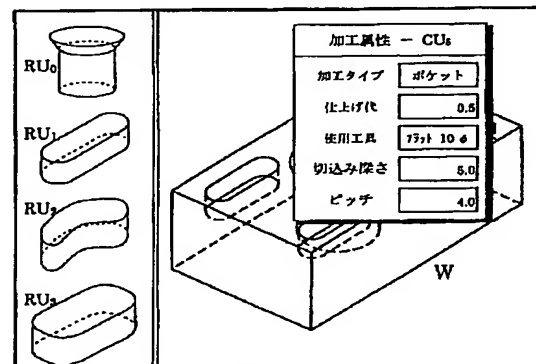


(b)

【図15】

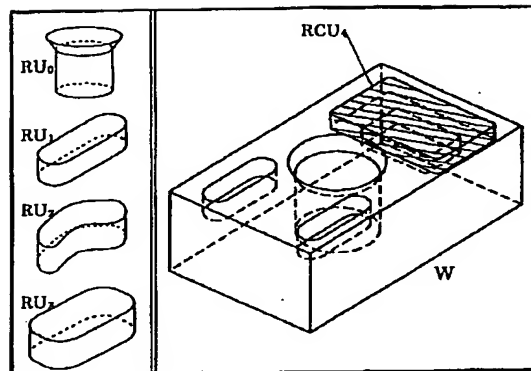


(a)

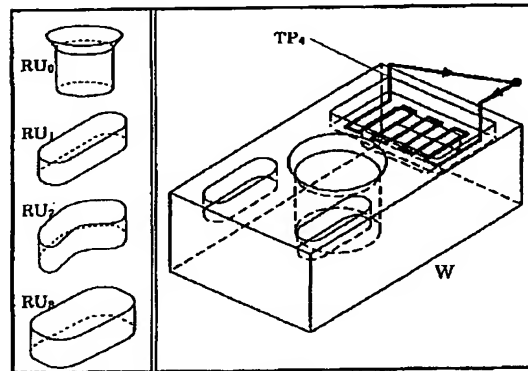


(b)

【図17】



(a)



(b)